

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 277/039

In re patent application of

Yun-kwon PARK, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: AIR-GAP TYPE FBAR, DUPLEXER USING THE FBAR, AND FABRICATING METHODS THEREOF

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith are certified copies of said original foreign applications:

Korean Application No. 2003-24720, filed April 18, 2003; and

Korean Application No. 2003-49918, filed July 21, 2003.

Respectfully submitted,

April 16, 2004  
Date



Eugene M. Lee  
Reg. No. 32,039  
Richard A. Sterba  
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.  
1101 Wilson Boulevard Suite 2000  
Arlington, VA 20009  
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0024720  
Application Number

출원년월일 : 2003년 04월 18일  
Date of Application

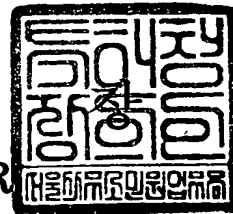
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년      08      월      22      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.04.18
【발명의 명칭】	기판 접합을 이용한 압전 박막 공진 소자 제조방법 및 그 방법으로 제조된 압전 박막 공진 소자
【발명의 영문명칭】	Film Bulk Acoustic Resonator fabrication method using substrate bonding and Film Bulk Acoustic Resonator fabricated by the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	정홍식
【대리인코드】	9-1998-000543-3
【포괄위임등록번호】	2003-002208-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박윤권
【성명의 영문표기】	PARK, YUN KWON
【주민등록번호】	691114-1552136
【우편번호】	483-040
【주소】	경기도 동두천시 광암동 472-29
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송인상
【성명의 영문표기】	SONG, IN SANG
【주민등록번호】	650114-1449020
【우편번호】	151-712
【주소】	서울특별시 관악구 봉천1동 해태보라매주상타운 1616호
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

하병주

【성명의 영문표기】

HA,BYEOUNG JU

【주민등록번호】

670627-1540712

【우편번호】

449-846

【주소】

경기도 용인시 수지읍 풍덕천리 진산마을 삼성5차@  
507동 1401호

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

송일종

【성명의 영문표기】

SONG, IL JONG

【주민등록번호】

720917-1638013

【우편번호】

440-330

【주소】

경기도 수원시 장안구 천천동 544 천천 삼성래미안  
111동1003호

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

김덕환

【성명의 영문표기】

KIM, DUCK HWAN

【주민등록번호】

690318-1351113

【우편번호】

121-080

【주소】

서울특별시 마포구 대흥동 32-23

【국적】

KR

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조  
의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인  
정홍식 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

5 면 5,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

17 항 653,000 원

【합계】

687,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 기판 접합을 이용하여 압전 박막 공진 소자를 제조하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, 제1기판상에 제1절연층을 증착시키는 단계, 상기 제1절연층상에 제1전극을 증착시킨후 패터닝하는 단계, 상기 제1전극 상에 압전층을 증착시킨 후 패터닝하는 단계, 상기 압전층 상에 제2전극을 증착시킨후 패터닝하는 단계를 거쳐 제1기판상에 적층공진부를 제작하고, 다음으로, 별도의 제2기판에 제2절연층을 증착시키는 단계, 상기 제2절연층을 패터닝하여 상기 제2기판의 일정부분을 노출시키는 단계, 상기 노출된 제2기판의 일정부분을 식각하여 공동부를 형성하는 단계를 거쳐 제2기판에 공동부를 제작한 후, 제작된 제1기판 및 제2기판을 상호접합시키는 단계, 상기 상호접합상태에서 상기 제1기판부분을 식각하여 패키징을 이루는 단계, 상기 상호접합상태에서 상기 제1절연층을 패터닝하여 패드를 노출시키는 단계를 통해 압전 박막 공진 소자를 제조한다.

한편, 본 발명에 의하면, 반사 특성이 우수하고 안정된 실효대역폭을 갖는 에어캡구조의 압전 박막 공진 소자를 견고하게, 그리고 간단한 단계를 통해 제조할 수 있으며, 양 기판의 상호접합 후 식각하는 과정에서 패키징이 동시에 이루어지므로 별도의 패키징 공정이 필요없고, 기존의 CMOS공정과도 호환성을 가지게 된다.

## 【대표도】

도 3

1020030024720

출력 일자: 2003/8/28

【색인어】

압전 박막 공진 소자(FBAR), 공동(cavity), 접합(Bonding), 패키징 (Packaging),  
비아(Via).

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

기판 접합을 이용한 압전 박막 공진 소자 제조방법 및 그 방법으로 제조된 압전 박막 공진 소자 {Film Bulk Acoustic Resonator fabrication method using substrate bonding and Film Bulk Acoustic Resonator fabricated by the same}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1a는 브레그 반사(Bragg Reflector)형 압전박막공진소자의 구조도,

도 1b은 벌크 마이크로머시닝(Bulk micro-Machining)형 압전박막공진소자의 구조도,

도 1c은 표면 마이크로머시닝(Surface micro-Machining)형 압전박막공진소자의 구조도,

도 2a 내지 도 2d는 제1기판상에 적층공진부를 제작하는 공정도,

도 2e 내지 도 2g는 제2기판상에 공동(cavity)을 제작하는 공정도,

도 2h는 제1기판 및 제2기판을 상호접합시키는 공정도,

도 2i는 상부에 접합된 제1기판부분을 식각하여 패키징을 형성하는 공정도,

도 2j는 제1절연층에 대해 패터닝으로 비아를 형성하여 패드를 노출시키는 공정도,

도 3은 본 발명에 의해 제조되는 FBAR의 최종구조도,

도 4는 본발명 FBAR로 필터를 형성하는 경우에 있어 제1절연층을 패터닝하여 주파수를 튜닝하는 공정도,

도 5는 본 발명의 제3실시예에 따라 제조된 FBAR의 구조도,

도 6은 본 발명의 제4실시예에 따라 제조된 FBAR의 구조도,

그리고,

도7 은 본 발명의 제5실시예에 따라 제조된 FBAR의 구조도를 나타낸다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<15> 본 발명은 압전 박막 공진 소자(Film Bulk Acoustic Resonator: 이하 'FBAR'이라 한다)에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기판접합을 이용하여 별도의 회생층 제거공정을 거치지 않고 보다 단순한 방법으로 에어갭(Air Gap)을 가지는 FBAR를 제조하는 방법에 관한 것이다.

<16> 휴대전화로 대표되는 이동통신기기의 급속한 보급에 의해, 이러한 기기에서 사용되는 소형경량필터의 수요는 급격하게 증대하고 있다. 한편 대전력의 용도에 적합한 필터를 구성하기 위한 유력한 수단으로서는 FBAR이 알려져 있는데, FBAR은 최소한의 비용으로 대량 생산이 가능하며, 최소형으로 구현할수 있다는 장점이 있다. 또한, 필터의 주요한 특성인 높은 품질계수(Quality Factor: Q)값을 구현하는 것이 가능하고, 마이크로주파수 대역에서도 사용이 가능하며, 특히 PCS(Personal Communication System)와 DCS(Digital Cordless System) 대역까지도 구현할수 있는 장점을 가지고 있다.



- <17> 일반적으로 FBAR소자는 기판상에 제1전극, 압전층 및 제2전극을 차례로 적층하여 구현한다. 그 동작원리는 전극에 전기적에너지를 인가하여 압전층내에 시간적으로 변화하는 전계를 유기하고, 이 전계는 압전층내에서 적층공진부의 진동 방향과 동일한 방향으로 음향파(Bulk Acoustic Wave)를 유발시켜 공진을 발생시키는 것이다.
- <18> 이러한 FBAR소자의 종류로는 도1에 도시된 바와 같이, 브레그 반사(Bragg Reflector)형 FBAR, 벌크 마이크로머시닝(Bulk micro-Machining)형 FBAR 및 표면 마이크로머시닝(Surface micro-Machining)형 FBAR이 있다.
- <19> 도1a에 도시된 브레그 반사형 FBAR은 기판(10)상에 탄성 임피던스차가 큰 물질을 격층으로 증착하여 반사층(11)을 구성하고 하부전극(12), 압전층(13) 및 상부전극(14)을 차례로 적층한 구조로써, 압전층을 통과한 탄성파에너지가 기판 방향으로 전달되지 못하고 반사층에서 모두 반사되어 효율적인 공진을 발생시킬 수 있게 한 것이다. 이러한 브레그 반사형 FBAR은 구조적으로 견고하며, 휨에 의한 stress가 없지만 전반사를 위한 두께가 정확한 4층 이상의 반사층을 형성하기가 어려우며, 제작을 위한 시간과 비용이 많이 필요하다는 단점이 있다.
- <20> 도1b에 도시된 벌크 마이크로머시닝형 FBAR은 기판(20)상에 이산화규소( $\text{SiO}_2$ )등의 물질로 멤브레인층(21)을 형성하고 상기 기판의 뒷면을 이방성에칭하여 공동부(23)를 형성한후 상기 멤브레인층 위에 음향공진기(22)를 구현하는 방식으로 제조된 FBAR인데, 이는 구조적으로 매우 취약하여 수율이 낮기 때문에 실용화가 어렵다는 단점이 있다.

<21> 도1c에 도시된 표면 마이크로머시닝형 FBAR은 기판(30)상에 희생층을 형성하고, 그 희생층 및 기판상에 절연막(32)을 형성한후 제1전극(33), 압전층(34) 및 제2전극(35)을 차례로 적층하고, 희생층을 제거함으로써 에어갭을 형성하는 방식으로 제조된다. 즉, 소자 외부에서 소자 내부에 있는 희생층까지 연결되는 비아홀을 형성하고, 상기 비아홀을 통해 에칭액을 투여함으로써 희생층을 제거하면, 상기 희생층이 있던 위치에 에어갭(31)이 형성되게 된다. 하지만, 표면 마이크로머시닝형 FBAR은 제작공정이 복잡하고, 또한 제작 공정중에 구조물의 붕괴 및 박리가 발생하는 문제점이 있었다.

<22> 한편, 이러한 종래의 FBAR제조 방법은, FBAR을 제조하고 나서 다시 별도로 패키징을 해야 하는바, 이러한 패키징 과정에서 다시 많은 시간과 비용이 들고 그 과정에서 열로 인한 손실이 생길수 있다는 공통적인 문제점도 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23> 본 발명은 접합을 이용함으로써 FBAR의 제작공정을 단순화하고 높은 수율을 올리도록 하며, 에어갭 형성시 패키징도 동시에 이루어지도록 하여 별도로 패키징공정을 하는데 드는 비용과 노력을 절감할수 있도록 하는 FBAR제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<24> 본 발명의 또 다른 목적은, 별도로 제조된 수동소자 및 능동소자와 음향공진기를 접합공정을 통해 하나의 소자로 간단히 집속시키는 것에 있다. 특히 CMOS

는 기존의 CMOS제조공정에 따라 별도로 제작한후 접합시킬 수 있는바, 기존의 CMOS공정과 호환성을 이루는 것도 목적으로 한다.

### 【발명의 구성 및 작용】

- <25>        상기의 목적을 달성하기 위한 에어갭형 압전 박막 공진 소자의 제조 방법은, 두개의 별도의 기판에 대하여, (Ⅰ)제1기판상에 적층공진부를 제작하는 단계, (Ⅱ)제2기판에 공동부(Cavity)를 제작하는 단계 및 (Ⅲ)상기 제1기판 및 제2기판을 상호접합하고 식각하여 패키징을 이루는 단계로 이루어진다.
- <26>        각 단계를 살펴보면,
- <27>        먼저, (Ⅰ)단계는 (a)제1기판상에 제1절연층(유전층)을 증착시키는 단계, (b)상기 제1절연층상에 제1전극을 증착시킨후 패터닝하는 단계, (c)상기 제1전극상에 압전층을 증착시킨 후 패터닝하는 단계 및 (d)상기 압전층 상에 제2전극을 증착시킨후 패터닝하는 단계를 거쳐 제1기판상에 적층공진부를 제작하는 단계이다. 본 명세서에서는 제1,2전극, 상기 전극사이에 형성된 압전층, 제1절연층을 포함하는 부분(즉, 공진이 일어나는 부분)을 적층공진부(300)라 지칭한다.
- <28>        다음으로, (Ⅱ)단계는 (e)제2기판에 제2절연층(유전층)을 증착시키는 단계, (f)상기 제2절연층을 패터닝하여 상기 제2기판의 일정부분을 노출시키는 단계 및 (g)상기 노출된 제2기판의 일정부분을 식각(etching)하여 공동부를 형성하는 단계를 거쳐 제2기판에 공동부를 제작하는 단계이다.

- <29> 그리고, (Ⅲ)단계는 (h)상기(I)단계 및 (Ⅱ)단계를 통해 제작된 제1기판 및 제2기판을 상호접합시키는 단계, (i)상기 상호접합상태에서 상기 제1기판부분을 식각하여 패키징을 이루는 단계 및 (j)상기 상호접합상태에서 상기 제1절연층을 패터닝하여 패드를 노출시키는 단계로 이루어져 최종적으로 에어캡형 FBAR을 제작할수 있다.
- <30> 이하 첨부된 도면을 참조하여, 각각의 단계에 대해 자세히 설명한다.
- <31> 먼저, (a)단계는 별도의 기판(이하 '제1기판'이라 한다)(210)상에 제1절연층(220)을 증착시키는 단계이다(도2a 참조). 상기 제1절연층(220)의 증착은, 후술하는 (b)단계에서 제1전극부(230)와 제1기판(210)을 전기적으로 절연시키고 상기 제1전극부(230)의 증착이 용이하도록 하기 위한 것이다. 본 발명에서 사용되는 기판은 통상의 실리콘 웨이퍼이고, 상기 제1절연층(220)은 이산화규소( $\text{SiO}_2$ ) 또는 산화알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )과 같은 절연물질을 선택하는 것이 바람직하나 이에 한정되는 것은 아니다.
- <32> (b)단계는 상기 제1절연층(220)상에 제1전극(230)을 증착시키고, 패터닝을 하여 상기 제1전극(230)의 일측을 제거하는 단계이다(도2b 참조). 이경우 전극은 금속과 같은 통상의 도전물질을 사용하는데, 바람직하게는 알루미늄(Al), 텅스텐(W), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 티탄(Ti), 크롬(Cr), 팔라듐(Pd) 및 몰리브덴(Mo)중 하나를 선택할수 있다. 상기 패터닝은 가스(Gas), 플라즈마(Plasma), 이온빔(Ion Beam)등을 이용하여 식각하는 건식에칭(Dry Etching)방법으로 하는 것이 바람직하다.

- <33> (c)단계는 상기 제1전극(230)상에 압전층(240)을 증착시킨후 패터닝을 하는 단계이다(도2c 참조). 상기 압전층(240)은 전기적신호가 인가될 때 압전현상을 일으켜 음향파를 발생시키는 부분이다. 통상의 압전물질로는 질화알루미늄(AIN) 또는 산화아연(ZnO)을 사용하는데 꼭 이에 한정되는 것은 아니다. 증착방법은 RF 마그네트론 스퍼터링(RF Magnetron Sputtering)법 및 에바포레이션(Evaporation)법 중 어느하나가 이용될수 있다.
- <34> 그다음 (d)단계는 상기 제1전극(230)이 패터닝으로 제거된 부분의 제1절연층(220) 및 상기 압전층(240)상에 제2전극(250)을 증착시키는 단계(도2d 참조)에 해당한다. 이경우 제2전극은 제1전극과 동일한 물질로 형성된다.
- <35> 이상의 (a) 내지 (d)단계를 거치면 제1기판(210)에 대한 적층공진부(300) 제조단계는 완료된다.
- <36> 한편, 다른 별도의 기판(이하 '제2기판'이라 한다)에 대해서는 에어갭(Air Gap)형성을 위한 공동부(cavity)(290)를 제작한다. 상기 공동부(290)는 적층공진부(300)와 제2기판부분(270)을 격리시켜 압전층(240)에서 발생하는 음향파가 기판(270)의 영향을 받지 않도록 하기 위한 것이다. 그 세부단계는 다음과 같다.
- <37> 먼저, (e)단계는 제2기판(270)상에 제2절연층(260)을 증착시키는 단계이다(도2e 참조). 상기 제2절연층(260)의 증착은 제1기판(210)상에 이루어지는 (a)단계와 같은 방법으로 이루어질 수 있다.

- <38> 그 다음, (f)단계는 상기 제2절연층(260)을 패터닝하는 단계이다(도2f 참조). 즉, 제2기판(270)상에 공동부(290)를 형성하고자 하는 부분의 제2절연층(260)을 패터닝으로 제거하게 된다.
- <39> 그리고나서 (g)단계에서 제2절연층(260)이 패터닝으로 제거된 부분의 기판을 식각하여 공동부(290)를 형성한다(도2g 참조). 이 경우 공동부(290)의 깊이  $h$ (도면2j 참조)는 적층공진부(300)와 제2기판(270)을 격리시킬수 있는 정도면 적당하데, 대략적으로 3 내지 5마이크론( $\mu\text{m}$ )정도면 된다. 후술하는 실시예에서와 같이 공동부(290)에 수동소자 또는 능동소자를 집속시키거나 메탈층(500)을 증착하는 경우에는 공동부의 깊이  $h$ 를 조절할 수 있다. 이상 (e)단계 내지 (g)단계를 거치면, 제2기판(270)에 대한 단계도 완료된다.
- <40> 최종적으로 에어캡형 FBAR을 제작하기 위해서는 앞서 만들어진 제1기판 및 제2기판의 상호접합이 이루어져야 하는데, (h)단계 내지 (j)단계가 상기 상호접합단계를 나타낸다(도2h 내지 도2j 참조).
- <41> 즉, (h)단계에서, (II)단계로 제조된 제2기판(270)을 아래에 두고 (I)단계로 제조된 제1기판(210)을 위로 하여, 제1기판(210)상의 적층공진부(300)가 제2기판(270)표면상에 형성된 공동부(290)내에 위치하도록, 상기 적층공진부(300)의 제1,2전극부분(230,250)과 상기 제2기판의 절연층부분(260a,260b)을 각각 접합면으로 하여 상호접합시킨다(도2h 참조). 이 경우 접합방법은 온도를 가하여 접합시키는 다이렉트 본딩(Direct Bonding)방법, 전압을 가하여 접합시키는 어노딕 본딩(Anodic Bonding)방법, 에폭시(Epoxy)등의 접착제를 이용하여 접합하는 방법, 금속을 이용하는 유테틱 본딩(Eutetic Bonding)방법 등이 가능하나, 다이렉

트 본딩방법 및 어노딕 본딩방법은 비교적 고온단계를 거친다는 점에서, 저온단계를 거치는 접착제이용방법 또는 유테틱본딩방법을 사용하는 것이 바람직하다. 본 접합단계를 통해 FBAR을 제조하기 때문에 종래의 기술과 같이 별도로 희생층을 사용하고 비아홀을 통해 이를 제거하여 에어갭을 형성하는 단계가 필요하지 않게 된다.

<42>        접합이 이루어지고 난후, (i)단계는 상기 (I)단계로 제조된 제1기판(도2d 참조)에서 절연층부분(220), 제1,2전극부분(230, 250), 압전층(240)부분을 제외한 기판부분(270)을 식각하여 패키징을 이루는 단계이다(도2i 참조). 이경우 기판제거는 수산화칼륨(KOH)이나 TMAH(tetra-methyl ammonium hydroxide)를 사용하여 기판부분을 녹여내는 방식의 습식(Wet)에칭방법이나, 먼저 래핑(Lapping)을 하고난후 스피ن(Spin) 에칭하는 방법, 래핑을 한후 건식(Dry)에칭을 하는 방법등을 통해 이루어질수 있다. 하지만, 소자의 스트레스(Stress)를 줄일수 있다는 점에서 래핑후 건식에칭하는 방법이 바람직하다. 기판부분을 식각함으로써 압전박막공진소자에 대한 절연층 패키징이 이루어진다. 따라서 기존의 방법과 같이 압전박막공진소자를 제조한 후에 별도로 패키징을 하는데 따른 비용과 노력을 절감할수 있다.

<43>        마지막으로 (j)단계는, 패드노출을 위한 비아(Via)(280a, 280b)를 형성하기 위해 제1절연층(220)에 대한 패터닝을 하는 단계이다(도2j 참조). 상기 패드는 제1,2전극의 일부로써 전선이 연결되어 외부 단자로 접속되는 부분을 지칭하고, 비아(280a, 280b)는 절연층내에서 두 단자의 접속(contact)을 위한 통로부분을 지칭한다.

- <44>       상기 (j)단계까지 완료되면, 최종적으로 도3의 구조를 가지는 압전 박막 공진 소자가 완성된다.
- <45>       이하에서는, 본 방법에 의해 제조된 압전 박막 공진 소자의 구성을 설명한다.
- <46>       우선 기판(270)표면 상의 일정부분에 공동부(290)가 제작되어 있고 공동부(290)를 제외한 기판의 양측표면에는 제2절연층(260a, 260b)이 적층되어 있다. 제1전극(230)및 제2전극(250)과 상기 제1,2전극 사이에 위치하는 압전층(240)으로 구성된 적층공진부(300)가 상기 공동부(290)내에 위치하고 있다. 상기 적층공진부(300)의 제1전극(230)의 일단은 제2절연층의 일측(260a)에 접해 있고 제2전극(250)의 일단은 제2절연층의 타측(260b)에 접해있다. 또한 제1전극(230) 및 제2전극(250)은 제1절연층(220)으로 패키징이 되어 있고, 제1전극(230) 및 제2전극(250)의 일부는 제1절연층(220)의 패터닝으로 생성된 비아(280a, 280b)에 의해 노출되어 있다.
- <47>       비아(280a, 280b)를 통해 제1전극(230) 및 제2전극(250)에 전압이 가해지면 두 전극 사이에서 전기장이 생성되고 압전층(240)부분에서는 이를 음향파 형태의 기계적 에너지로 변환하는 압전현상을 일으켜 공진을 발생시키게 된다. 상술한 바와 같이 이러한 공진을 일으키는 부분(즉 제1,2전극, 압전층, 제1절연층을 포함하는 부분)을 본 명세서에서는 적층공진부(300)라 지칭하고 있다.
- <48>       본발명의 일실시예로써, 본방법에 의해 제조된 FBAR을 접속하여 도4와 같이 밴드패스필터(Band Pass Filter)를 구성할수 있다. 또한 통신시스템에서 밴드패스필터를 이용하여 송신단신호와 수신단신호를 구분하는 듀플렉서에서도 본 발명



의 FBAR이 밴드패스필터로 사용될수 있다. 이러한 경우와 같이 밴드패스필터로 사용되기 위해서는 주파수의 튜닝과정이 필요하다. 본 발명의 적층공진부(300)는 제1전극(230), 압전층(240), 제2전극(250), 제1절연층(220)으로 이루어져 있는데 (도3 참조), 이러한 구성하에서는 적층공진부의 제1절연층(220)을 식각함으로써 주파수튜닝을 용이하게 할수 있다(도4 참조). 즉, 고유진동수의 신호가 외부에서 인가되면 FBAR은 공진을 하게되는데, 이경우 공진주파수  $f_0$  는 적층공진부(300)의 두께와 그 구성 물질의 물성에 의해 결정된다. 이를 근사식으로 표현하면,  $f_0 = v/2l$ 로 표현할수 있다. 상기 식에서  $v$ 는 압전층에서 음향파의 속도이고,  $l$ 은 적층공진부(300)의 두께이다. 즉, 제1절연층(220)을 식각함으로써 적층공진부의 두께  $l$ 을 조절할수 있고 이에 따라 주파수 튜닝이 가능하게 되는 것이다.

<49> 본 발명의 또다른 실시예로써, FBAR과는 별도로 수동소자 및 능동소자를 제작하여 접합하는 것도 가능하다. 즉, 상기(Ⅱ)단계에서 인덕터, 커패시터와 같은 수동소자 또는 CMOS, 다이오드등의 능동소자를 제작하는 공정을 실행한후, 본 발명의 접합공정에 따라 접합하여 집적소자를 제작할수 있다. 특히 음향공진기에 집속된 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)를 제작하고자 하는 경우, 제1기판(210)과 제2기판(270)에 대한 공정은 각각 별도로 이루어지므로 기존의 CMOS제조공정을 이용하여 제2기판(270)상에 CMOS를 제작할수 있는바, 호환성을 이룰수 있다.

<50> 한편, 본 발명의 제3실시예로써, 제(Ⅱ)단계에서 공동부(290)의 바닥면에 메탈을 증착시킨후 접합을 할수도 있다(도5 참조). 이 경우 적층공진부(300)의 제2전극(250)과 증착된 메탈부분(500)은 일종의 커패시터(Capacitor)의 구조

(510)를 가지는데, 특히 제1,2전극(230, 250)에 전계가 인가되면 공진이 일어나서 적층공진부(300)가 유동을 하게 되는바 이로 인한 일종의 가변(Variable) 커패시터가 된다. 즉, 제2전극(250)과 메탈층(500)간의 거리d가 적층공진부(300)의

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

유동으로 인해 가변하므로  $C = \epsilon \frac{A}{d}$  의 공식에 의해 커패시터용량 C가 가변하게 된다( $\epsilon$ 는 유전율, A는 전극부의 면적, d는 전극간 거리). 이러한 가변커패시터와 음향공진기를 접합공정을 통해 하나의 소자로 집속시킬수 있다.

<51> 한편, 본 발명의 제4실시예로써, 상기 상호접합 상태에서 제1기판 부분을 제거하는 단계에서, 제1기판을 소정의 두께의 막(600)으로 남길 수 있다(도6 참조). 이와 같이 공진부상에 제1기판막(600)을 형성함으로써, 결과적으로, 보다 더 안정한 패키징을 형성할 수 있다. 상기 제1기판막(600)의 두께는, 소자의 안정화 정도 및 기판막 첨가로 인한 공진율의 저하 등을 고려할 때, 3마이크론( $\mu\text{m}$ )이내로 하는 것이 바람직하다. 이와 같이, 단위 소자 레벨의 패키징이 이루어 짐으로써, 인쇄회로기판(Printed Circuit Board : PCB)상에 집적화될 수 있음은 앞서 상술한 실시예와 같다.

<52> 또한, 본 발명의 제5실시예로써, 다시 별도의 제3기판(800) 상에 제3절연층을 증착하고 패터닝하여 일정부분의 제3절연층을 제거하는 단계, 상기 제3절연층이 제거된 부분에서 상기 제3기판(800)을 식각하여 공동부(810)를 형성하는 단계를 거쳐 제3기판(800)을 제조하고, 상기 제4실시예에 따라 제조된 FBAR의 제1기판막(600)상에 상기 제3절연층(700a, 700b)부분을 접합면으로 하여

제3기판(800)을 접합시키는 단계를 통해, 도7과 같은 구조의 FBAR을 제조할 수 있다. 도7에 도시된 구조하에서는 제1기판막(600) 외에 제3기판(800) 및 제3절연층(700a, 700b)이 더 증착되어 있는 바, 보다 더 안정화된 패키징을 이룰 수 있게 된다.

<53> 물론, 제1기판막을 남기지 않는 앞서의 실시예에 따른 FBAR에서도 상기 제3기판을 접합시킴으로써, 보다 안정화된 FBAR을 제조 할 수도 있다(도면 미도시).

#### 【발명의 효과】

<54> 본발명에 따르면, 반사특성이 우수하고 안정된 실효대역폭을 갖는 에어갭구조의 FBAR을 견고하게, 그리고 간단한 공정으로 제조할수 있는 효과가 있다. 즉, 그 제작 공정에 있어서 별도의 희생층 제거공정이 요구되지 않는바, 희생층 제거시 발생하는 소자의 파손을 막을수 있고, 면적의 제한을 없앨수 있다.

<55> 또한 FBAR와, 에어갭을 위한 공동(cavity)을, 각각 별도의 기판 평면상에 제작함으로써 제작의 단순화를 가져오고 수율도 높일수 있다는 장점이 있다.

<56> 무엇보다 에어갭 형성시 패키징 과정이 동시에 이루어짐으로써 별도로 패키징공정을 거치는데 따른 비용과 노력을 절감시킬수 있다는 효과가 있다. 한편, 공동을 형성하는 기판(즉, 제2기판)에 별도로 수동소자 및 능동소자를 제작하여 적층공진부와 접합함으로써 소자의 집적도를 올릴수도 있으며, CMOS공정과 호환성을 가질수 있다는 점도 장점이 된다.

<57>        본 발명에 따른 음향공진기는 무선통신용 필터, 듀플렉서(Duplexer)로 이용  
될수 있다. 이러한 경우에는 절연층의 식각을 통해 주파수 튜닝을 용이하게 할수  
있다는 효과도 있다.

<58>        이상, 본 발명의 상세한 설명은 예시 및 설명의 목적으로 제공되었으며, 본  
발명을 이에 한정하려는 것은 아니다. 상기 설명에 비추어 당해 기술분야의 숙련  
된 기술자는 본발명의 기술적 사상과 범위를 벗어나지 않고 개량과 변형이 가능  
하다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

압전 박막 공진 소자의 제조 방법에 있어서,

(a) 제1기판상에 제1절연층, 제1전극, 압전층 및 제2전극이 차례로 적층된 적층공진부를 형성하는 단계;

(b) 제2기판상의 일정부분을 식각하여 공동부를 형성하는 단계;

(c) 상기 공동부내에 상기 적층공진부가 위치하도록, 상기 제2기판상에 상기 제1기판을 상호접합시키는 단계;

(d) 상기 상호접합된 상태에서 상기 적층공진부를 제외한 상기 제1기판부분을 식각하여 패키징을 이루는 단계; 및

(e) 상기 적층공진부의 제1절연층부분을 패터닝하여 패드를 노출시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 (a)단계는,

상기 제1기판 상에 절연층을 증착시키는 단계;

상기 절연층 상에 제1전극을 증착시킨 후 패터닝하는 단계;

상기 제1전극 상에 압전층을 증착시킨 후 패터닝하는 단계; 및

상기 압전층 상에 제2전극을 증착시킨 후 패터닝하는 단계;로

이루어지는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서,  
상기 (b)단계는,  
제2기판상에 제2절연층을 증착하는 단계;  
상기 제2절연층을 패터닝하여 상기 제2기판 표면의 일정부분을 노출시키는 단계; 및  
상기 제2기판표면의 일정부분을 식각하여 공동부를 형성하는 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서,  
상기 (c)단계는,  
상기 제1전극을 상기 제2절연층의 일단에 접합하는 단계; 및  
상기 제2전극을 상기 제2절연층의 타측에 접합하는 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서,  
상기 (b)단계에서,  
상기 공동부의 바닥표면에 접하는 메탈층을 증착시킨 후 패터닝하는 단계;  
를

더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 (b)단계에서,

상기 공동부의 바닥표면에 소정의 소자를 집속하는 단계;를

더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 소정의 소자는 수동소자 및/또는 능동소자 중 적어도 하나 이상인것을  
특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 적층공진부내에서 상기 제1절연층을 식각하여 주파수를 튜닝하는 단계  
;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 (c)단계에서 상호접합을 하는 방법은 접착제본딩방법 및 메탈본딩방법  
중 어느 하나를 이용하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

**【청구항 10】**

제1항에 있어서,

상기 (d)단계는, 상기 제1기판을 소정의 두께로 남겨두고 식각하여 패키징을 이루는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

**【청구항 11】**

제10항에 있어서,

별도의 제3기판 상에 제3절연층을 증착하는 단계;

상기 제3절연층을 패터닝하여 상기 제3기판 표면의 일정부분을 노출시키는 단계;

상기 제3기판 표면의 일정부분을 식각하여 공동부를 형성하는 단계;및

상기 제1기판 상에 상기 제3기판의 제3절연층을 접합면으로 하여 접합시키는 단계;를  
더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자의 제조 방법.

**【청구항 12】**

기판 상부표면의 일정부분에 공동부가 형성된 기판;

상기 기판상에서 상기 공동부가 형성되지 않은 양단부에 각각 증착된 제2절연층;

상기 제2절연층의 일단에 접하는 제1전극 및 상기 제2절연층의 타측에 접하는 제2전극과 상기 제1,2전극사이에 형성된 압전층으로 구성되는 적층공진부;



상기 적층공진부상에 적층된 제1절연층;및

상기 제1절연층을 패터닝하여 패드를 노출시키도록 형성된 비아;를

포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

**【청구항 13】**

제12항에 있어서,

상기 공동부의 바닥표면에 증착된 메탈층;을

더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

**【청구항 14】**

제12항에 있어서,

상기 공동부의 바닥표면에 집속된 소정의 소자;를

더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

**【청구항 15】**

제14항에 있어서,

상기 소정의 소자는 수동소자 및/또는 능동소자 중 적어도 하나 이상인 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

**【청구항 16】**

제12항에 있어서,

상기 제1절연층 상에 소정의 두께로 증착되어 있는 기판막을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【청구항 17】

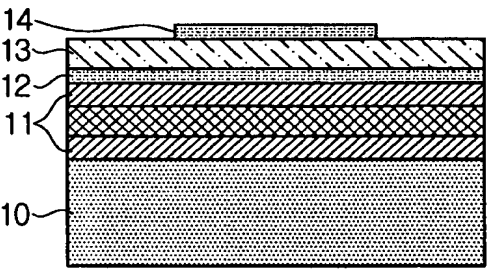
제16항에 있어서,

상기 기판막 상의 양측단에 각각 접합된 제3절연층;

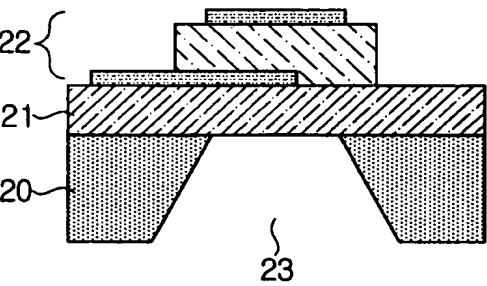
상기 각각의 제3절연층에 접하고, 상기 접하는 부분외의 일정부분에 공동부가 형성된 제3기판;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압전 박막 공진 소자.

【도면】

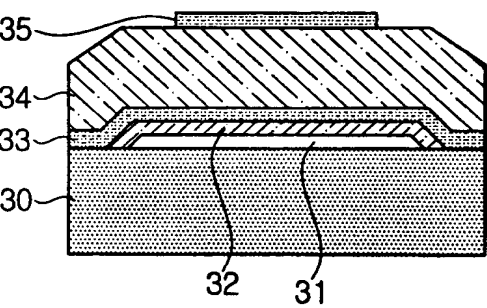
【도 1a】



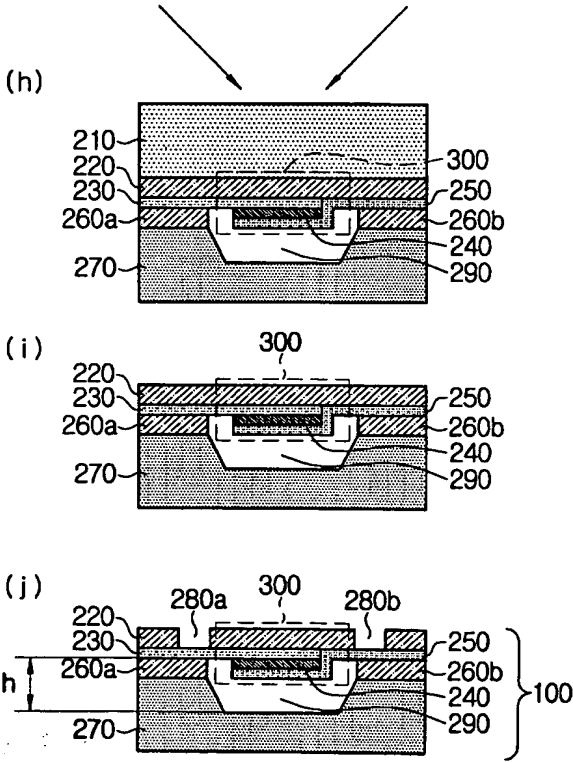
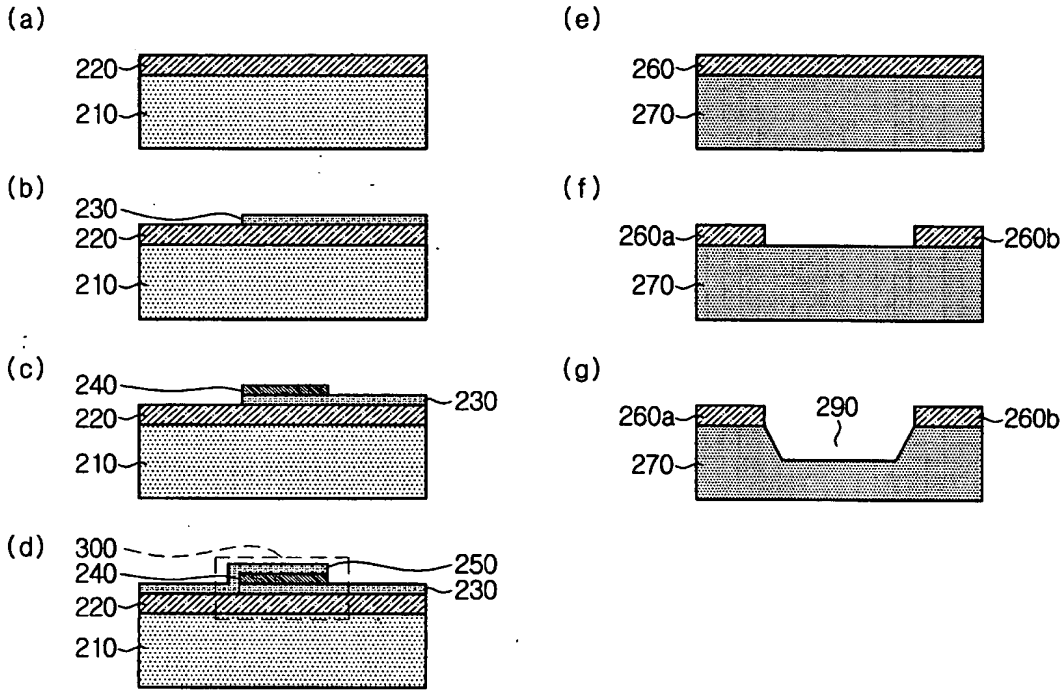
【도 1b】



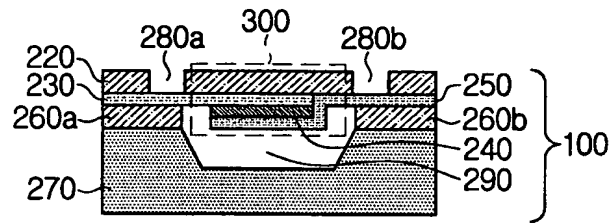
【도 1c】



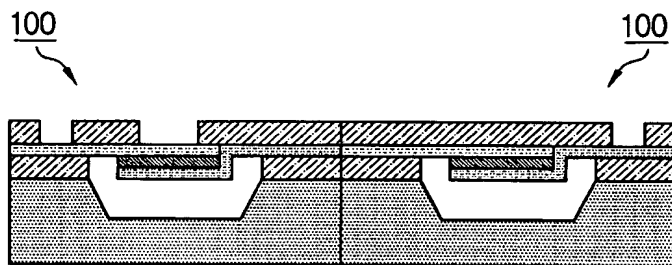
【도 2】



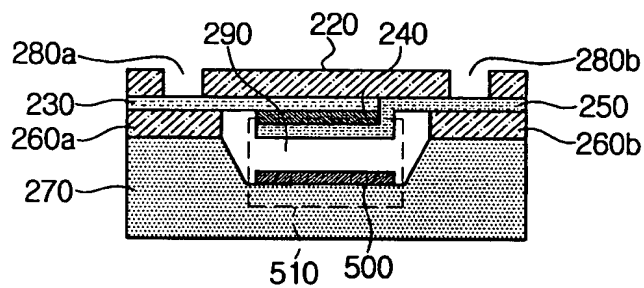
【도 3】



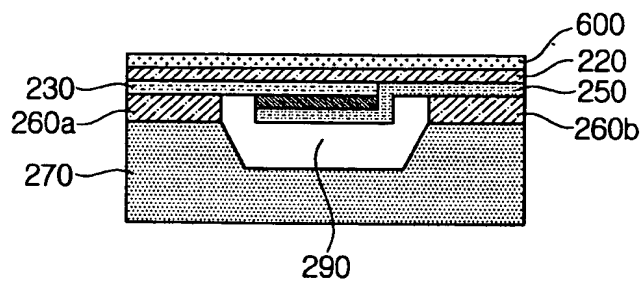
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

